

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

[1] - (2)

(11)Publication number : 07-333502

(43)Date of publication of application : 22.12.1995

(51)Int.Cl.

G02B 15/16

(21)Application number : 06-122492

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 03.06.1994

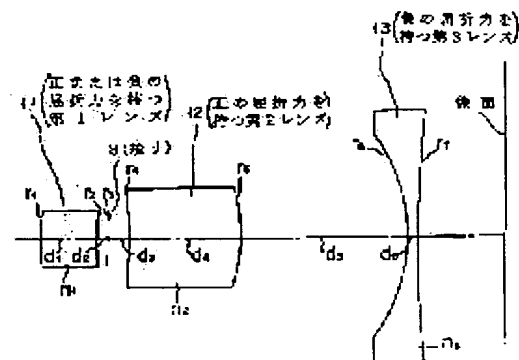
(72)Inventor : ONO NOBUAKI

## (54) ZOOM LENS

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a bright and compact zoom lens having a large variable power ratio by arranging a first and a second lens groups and making a first and a second lenses in the first group graded index lenses whose refractive powers change in the direction of optical axis.

**CONSTITUTION:** A first and a second lens groups are arranged in order from the object side to the image side, by moving the first group together with the second group to the object side while narrowing their interval, zooming from the short focal distance to the long focal distance is performed. The first group is composed of a first lens 11, a diaphragm and a second lens 12 and has a positive refractive power in order from the object side and the second group is composed of a third lens 13 and has a negative refractive power. Thus, the whole constitution is two group three lenses. By this constitution, the first lens 11 and the second lens 12 are made graded index lenses whose indices change in the direction of optical axis i.e., axial type graded index lenses. Consequently, the freedom of lens design is increased and the zoom lens of good performance is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から像側へ向かって順次、第1、第2群を配してなり、

第1群は、物体側から順次、正または負の屈折力を持つ第1レンズ、絞り、正の屈折力を持つ第2レンズを配して構成されて正の屈折力を持ち、

第2群は、負の屈折力を持つ第3レンズにより構成され、

第1群と第2群とが間隔を挟みながら共に物体側へ移動することにより、短焦点距離側から長焦点距離側へズームを行う2群3枚構成であり、

上記第1および第2レンズが、光軸方向に屈折率が変化する屈折率分布型レンズであることを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 請求項1記載のズームレンズにおいて、第1レンズは、物体側に凸面を向けたメニスカスレンズ、

第2レンズは、像側に凸面を向けた正のメニスカスレンズ、

第3レンズは凹面レンズであることを特徴とするズームレンズ。

【請求項3】 請求項2記載のズームレンズにおいて、光軸方向に屈折率が変化する屈折率分布型レンズに就き、物体側面と光軸との交点における屈折率を、 $d$ 、 $g$ 線に対し、それぞれ、 $n_{dob}$ 、 $n_{gob}$ 、像側面と光軸との交点における屈折率を、 $d$ 、 $g$ 線に対し、それぞれ、 $n_{dis}$ 、 $n_{gis}$ とすると、これらの量により、定義式：
$$\Delta v_{r-d} = (n_{dob} - n_{dis}) / (n_{gis} - n_{gis})$$
で定義される $\Delta v_{r-d}$ が、

第1レンズに対し、

$$(3-1) \quad 0.4 < \Delta v_{r-d} < 1.0$$

第2レンズに対し、

$$(3-2) \quad 1.3 < \Delta v_{r-d} < 2.3$$

【請求項4】 物体側から像側へ向かって順次、第1、第2群を配してなり、

第1群は、物体側から順次、正の屈折力を持つ第1レンズ、絞り、正の屈折力を持つ第2レンズを配して構成されて正の屈折力を持ち、

第2群は、負の屈折力を持つ第3レンズにより構成され、

第1群と第2群とが間隔を挟みながら共に物体側へ移動することにより、短焦点距離側から長焦点距離側へズームを行う2群3枚構成であり、

上記第1、第3レンズが、光軸方向に屈折率が変化する屈折率分布型レンズであることを特徴とするズームレンズ。

【請求項5】 請求項4記載のズームレンズにおいて、第1レンズが、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズ

第2レンズが、両凸レンズ、

第3レンズが、両凹レンズであることを特徴とするズームレンズ。

【請求項6】 請求項5記載のズームレンズにおいて、光軸方向に屈折率が変化する屈折率分布型レンズに就き、物体側面と光軸との交点における屈折率を、 $d$ 、 $g$ 線に対し、それぞれ、 $n_{dob}$ 、 $n_{gob}$ 、像側面と光軸との交点における屈折率を、 $d$ 、 $g$ 線に対し、それぞれ、 $n_{dis}$ 、 $n_{gis}$ とすると、これらの量により、定義式：
$$\Delta v_{r-d} = (n_{dob} - n_{dis}) / (n_{gis} - n_{gis})$$
で定義される $\Delta v_{r-d}$ が、

第1レンズに対し、

$$(6-1) \quad 0.3 < \Delta v_{r-d} < 0.8$$

第3レンズに対し、

$$(6-2) \quad 0.8 < \Delta v_{r-d} < 1.7$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項7】 物体側から像側へ向かって順次、第1、第2群を配してなり、

第1群は、物体側から順次、正の屈折力を持つ第1レンズ、絞り、正の屈折力を持つ第2レンズを配して構成されて正の屈折力を持ち、

第2群は、負の屈折力を持つ第3レンズにより構成され、

第1群と第2群とが間隔を挟みながら共に物体側へ移動することにより、短焦点距離側から長焦点距離側へズームを行う2群3枚構成であり、

上記第2、第3レンズが、光軸方向に屈折率が変化する屈折率分布型レンズであることを特徴とするズームレンズ。

【請求項8】 請求項7記載のズームレンズにおいて、第1レンズが、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズもしくは両凸レンズ、

第2レンズが、正のメニスカスレンズ、

第3レンズが、両凹レンズであることを特徴とするズームレンズ。

【請求項9】 請求項8記載のズームレンズにおいて、光軸方向に屈折率が変化する屈折率分布型レンズに就き、物体側面と光軸との交点における屈折率を、 $d$ 、 $g$ 線に対し、それぞれ、 $n_{dob}$ 、 $n_{gob}$ 、像側面と光軸との交点における屈折率を、 $d$ 、 $g$ 線に対し、それぞれ、 $n_{dis}$ 、 $n_{gis}$ とすると、これらの量により、定義式：
$$\Delta v_{r-d} = (n_{dob} - n_{dis}) / (n_{gis} - n_{gis})$$
で定義される $\Delta v_{r-d}$ が、

第1レンズに対し、

$$(9-1) \quad 1.0 < \Delta v_{r-d} < 1.9$$

第3レンズに対し、

$$(9-2) \quad 0.5 < \Delta v_{r-d} < 1.4$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

## (19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> G 02 B 15/16

(71) 出願人 特願平6-122492

(72) 出願日 平成6年(1994)6月3日

(73) 出願人 株式会社リコー

(74) 代理人 小野 信昭

(75) 発明者 株式会社リコー

(76) 代理人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(77) 出願人 000006747

(78) 出願人 株式会社リコー

(79) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(80) 出願人 小野 信昭

(81) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号・株式会社リコー

(82) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(83) 出願人 000006747

(84) 出願人 株式会社リコー

(85) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(86) 出願人 小野 信昭

(87) 出願人 株式会社リコー

(88) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(89) 出願人 000006747

(90) 出願人 株式会社リコー

(91) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(92) 出願人 小野 信昭

(93) 出願人 株式会社リコー

(94) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(95) 出願人 000006747

(96) 出願人 株式会社リコー

(97) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(98) 出願人 小野 信昭

(99) 出願人 株式会社リコー

(100) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(101) 出願人 000006747

(102) 出願人 株式会社リコー

(103) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(104) 出願人 小野 信昭

(11) 特許出願公開番号  
特開平7-333502

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> G 02 B 15/16

(71) 出願人 特願平6-122492

(72) 出願日 平成6年(1994)6月3日

(73) 出願人 株式会社リコー

(74) 代理人 小野 信昭

(75) 発明者 株式会社リコー

(76) 代理人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(77) 出願人 000006747

(78) 出願人 株式会社リコー

(79) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(80) 出願人 小野 信昭

(81) 出願人 株式会社リコー

(82) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(83) 出願人 000006747

(84) 出願人 株式会社リコー

(85) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(86) 出願人 小野 信昭

(87) 出願人 株式会社リコー

(88) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(89) 出願人 000006747

(90) 出願人 株式会社リコー

(91) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(92) 出願人 小野 信昭

(93) 出願人 株式会社リコー

(94) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(95) 出願人 000006747

(96) 出願人 株式会社リコー

(97) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(98) 出願人 小野 信昭

(99) 出願人 株式会社リコー

(100) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(101) 出願人 000006747

(102) 出願人 株式会社リコー

(103) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> G 02 B 15/16

(71) 出願人 特願平6-122492

(72) 出願日 平成6年(1994)6月3日

(73) 出願人 株式会社リコー

(74) 代理人 小野 信昭

(75) 発明者 株式会社リコー

(76) 代理人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(77) 出願人 000006747

(78) 出願人 株式会社リコー

(79) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(80) 出願人 小野 信昭

(81) 出願人 株式会社リコー

(82) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(83) 出願人 000006747

(84) 出願人 株式会社リコー

(85) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(86) 出願人 小野 信昭

(87) 出願人 株式会社リコー

(88) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(89) 出願人 000006747

(90) 出願人 株式会社リコー

(91) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(92) 出願人 小野 信昭

(93) 出願人 株式会社リコー

(94) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(95) 出願人 000006747

(96) 出願人 株式会社リコー

(97) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(98) 出願人 小野 信昭

(99) 出願人 株式会社リコー

(100) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(101) 出願人 000006747

(102) 出願人 株式会社リコー

(103) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(104) 出願人 小野 信昭

(105) 出願人 株式会社リコー

(106) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> G 02 B 15/16

(71) 出願人 特願平6-122492

(72) 出願日 平成6年(1994)6月3日

(73) 出願人 株式会社リコー

(74) 代理人 小野 信昭

(75) 発明者 株式会社リコー

(76) 代理人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(77) 出願人 000006747

(78) 出願人 株式会社リコー

(79) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(80) 出願人 小野 信昭

(81) 出願人 株式会社リコー

(82) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(83) 出願人 000006747

(84) 出願人 株式会社リコー

(85) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(86) 出願人 小野 信昭

(87) 出願人 株式会社リコー

(88) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(89) 出願人 000006747

(90) 出願人 株式会社リコー

(91) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(92) 出願人 小野 信昭

(93) 出願人 株式会社リコー

(94) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(95) 出願人 000006747

(96) 出願人 株式会社リコー

(97) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(98) 出願人 小野 信昭

(99) 出願人 株式会社リコー

(100) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(101) 出願人 000006747

(102) 出願人 株式会社リコー

(103) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(104) 出願人 小野 信昭

(105) 出願人 株式会社リコー

(106) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> G 02 B 15/16

(71) 出願人 特願平6-122492

(72) 出願日 平成6年(1994)6月3日

(73) 出願人 株式会社リコー

(74) 代理人 小野 信昭

(75) 発明者 株式会社リコー

(76) 代理人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(77) 出願人 000006747

(78) 出願人 株式会社リコー

(79) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(80) 出願人 小野 信昭

(81) 出願人 株式会社リコー

(82) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(83) 出願人 000006747

(84) 出願人 株式会社リコー

(85) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(86) 出願人 小野 信昭

(87) 出願人 株式会社リコー

(88) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(89) 出願人 000006747

(90) 出願人 株式会社リコー

(91) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

(92) 出願人 小野 信昭

(93) 出願人 株式会社リコー

(94) 出願人 弁理士 柳山 亨 (外1名)

(95) 出願人 000006747

(96) 出願人 株式会社リコー

(97) 出願人 東京都大田区中原1丁目3番6号

第3レンズ13に対し、  
(9-2)  $0.5 < \Delta v_{pd} < 1.4$   
を満足することができる (請求項9)。

【0019】

【作用】上記のように、この発明では全体を、第1、第2、第3レンズ11、12、13の3枚のレンズで構成し、その内の第1レンズ11、第2レンズ12により第1群を構成し、第3レンズ13により第2群を構成することにより「2群3枚」というコンパクトなレンズ構成としている。

【0020】これら3枚のレンズのうちの2枚を「アクリアル型の屈折率分布型レンズ」とし、レンズ内における「屈折率の分布状態」を設計により指定できる事項に加えることにより、レンズ設計の自由度を増し、性能のよいズームレンズの実現が可能になる。

【0021】「アクリアル型」の屈折率分布型レンズは、屈折率がレンズ光軸方向に変化するもので、屈折率の異なる多数の薄レンズを貼り合わせたのと同様に、レンズ内で光線を曲げることが可能となり、レンズ面における「収差補正の自由度」が増すので、このようなアクリアル型の屈折率分布型レンズの使用により、歪曲収差、球面収差、コマ収差等の諸収差の良好な補正が可能となる。

【0022】請求項1記載のズームレンズのように、第1レンズ11と第2レンズ12とをアクリアル型の屈折率分布型レンズとする場合には、絞りSの前段で発生する収差を良好に相殺するには、請求項2記載のズームレンズのように、第1レンズ11は「物体側に凸面を向けた正メネスカスレンズ」、第2レンズ12は「像側に凸面を向けたメネスカスレンズ」とすることが好ましい。

【0023】さらにこの場合、第1レンズ11、第2レンズ12とも、凸面側よりも凹面側の小さい凹面の側で分散を大きくする (請求項3：条件式：(3-1)、(3-2)) ことにより第1群の色収差を良好に補正できる。

【0024】請求項4記載のズームレンズのように、第1レンズ11と第3レンズ13とをアクリアル型の屈折率分布型レンズとする場合には、第1レンズ11は、なるべく収差を発生させずに、光線を物体から絞りSへ導くに受け渡すため、「物体側に凸面を向けた正のメネスカスレンズ」とすることが好ましい (請求項5)。

【0025】さらにこの場合、第1レンズ11は、凹面側の分散を大きくして第1群での色収差発生を抑え、同時に (請求項6：条件式：(6-1))、強い負の屈折率を持つ第3レンズ13は、各面における分散の関係を条件式：(6-2) を満足することにより第3レンズ

$$n_j(x) = N_0 + N_1x + N_2x^2 + N_3x^3 + N_4x^4 \quad (1)$$

と表される。従って、上記屈折率： $N_0$ および、屈折率

分布係数： $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ 、 $N_4$ を与えて、屈折率分布：

【0033】なお、屈折率分布係数の表示に於いて、

13で発生する色収差を抑え、全系の色収差を良好に補正することが可能になる。

【0026】請求項7記載のズームレンズのように、第2、第3レンズをアクリアル型の屈折率分布型レンズとする場合には、第2レンズ12により発生する収差を第3レンズ13で相殺させるために、第1レンズ11を「物体側に凸面を向けた正のメネスカスレンズもしくは凹凸レンズ」とし、第2レンズ12を「正のメネスカスレンズ」として、第3レンズ13を「物体側および像側の面が凸面となるようにし、第1レンズ13を「凹凸レンズ」とすることにより、全体の収差を良好に補正することが可能となる。

【0027】さらにこの場合、第2レンズ12、第3レンズ13の各面の分散の関係を、それぞれ条件式：(9-2)、(9-3) を満足するようにすることにより、色収差を良好に補正することが可能になる。

【0028】また、この場合において、請求項10における条件式 (10-1) の示すように、第1群において、レンズにおける光軸方向の分散の度合い：「 $\Delta v_{pd}$ 」を、第1レンズ11よりも第2レンズ12において大きくすることにより、第1群における色収差を有効に補正し、全系の色収差を有効に補正することができる。

【0029】因に、条件 (3-1)、(3-2)、(6-1)、(6-2)、(9-1)、(9-2)、(9-3)、(10-1) の範囲外では、色収差補正の有効な効果を得ることができない。

【0030】

【実施例】以下、具体的な実施例を6例挙げる。実施例1、2は、請求項1、2、3記載の発明の実施例であり、実施例3、4は、請求項4、5、6記載の発明の実施例、実施例5、6は、請求項7、8、9記載の発明の実施例である。

【0031】全実施例を通じ、fは全系の合成焦点距離、F/N<sub>o</sub>は明るさを表す。

【0032】さらに、各実施例において、 $r_i$  ( $i=1 \sim 7$ ) は、物体側から数えて第i番目の面 (絞り) の面を含む曲率半径、 $d_i$  ( $i=1 \sim 6$ ) は、物体側から数えて第i番目の面と第i+1番目の面の軸上間隔、 $n_j$  ( $j=1 \sim 3$ )、 $v_j$  は、物体側から数えて第j番目のレンズの屈折率およびアベ数を表す。屈折率分布型レンズにおける屈折率分布は、以下の如くに特定される。即ち、「アクリアル型」の屈折率分布型レンズの屈折率分布： $n_j(x)$  は、レンズの物体側の頂点 (光軸との交点) を原点として、座標： $x$  を、像側へ向かって正となるように設定するとき、上記原点位置における屈折率： $N_0$ 及び、屈折率分布係数： $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ 、 $N_4$ を用いて、

$$n_j(x) = N_0 + N_1x + N_2x^2 + N_3x^3 + N_4x^4 \quad (1)$$

と表される。従って、上記屈折率： $N_0$ および、屈折率

分布係数： $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ 、 $N_4$ を与えて、屈折率分布：

【産業上の利用分野】この発明は「ズームレンズ」、より詳細には2群3枚構成のズームレンズに関する。この発明のズームレンズは、レンズシャッターカメラ用のズームレンズとして利用できる。

【0002】

【従来の技術】ズームレンズを搭載したレンズシャッターカメラが多くなり、カメラのコンパクト化と相俟って、搭載されるズームレンズもコンパクト化が求められていて、レンズのコンパクト化に最も有効なのは、構成レンズ枚数を少なくすることであるが、性能を維持しつつ構成レンズ枚数を減少させることは必ずしも容易ではない。

【0003】3枚という、極めて小さい構成レンズ枚数で、良好な性能を達成したものでして、特開平2-6917号公報に「第1実施例」として開示されたものが知られているが、ズーム比が1.36と小さく、明るさも、短焦点端で5.6、長焦点端で7.6であり、短焦点端で暗い。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】この発明は上記の如き事情に鑑みながらのものであって、2群3枚構成と稱するレンズ枚数が少なく、コンパクトに実現でき、広い変倍領域、明るさ、高性能を容易に実現できる新規なズームレンズの提供を目的とする (請求項1～9)。

【0005】

【課題を解決するための手段】この発明の「ズームレンズ」は、物体側から像側へ向かって順次、第1、第2群を配してなり、第1群と第2群とが間隔を挟みながら共に物体側へ移動することにより、短焦点距離端から長焦点距離端へズームミニングを行う。

【0006】第1群は、物体側から順次、第1レンズ、絞り、第2レンズを配して構成されて「正の屈折力」をもち、第2群は第3レンズ1枚により構成されて「負の屈折力」を持つ。従って、全体の構成は「2群3枚構成」である。

【0007】図1に示す第1、第2レンズ11、12は第1群を構成し、第1群全体として「正の屈折力」を持つが、第1レンズ11は「正または負の屈折力」を持ち、第2レンズは正の屈折力を持つ。

【0008】また、第2群を構成する第3レンズ13は「負の屈折力」を持つ。図1において、符号Sは、第1群を構成する第1、第2レンズ11、12の間に配置された「絞り」を示す。

【0009】請求項1記載のズームレンズは、このようなレンズ構成において、第1および第2レンズ11、12が「光軸方向に屈折率が変化する屈折率分布型レンズ」であることを特徴とする。

【0010】この場合における、第1、第2レンズのように「光軸方向に屈折率が変化する屈折率分布型レンズ」を「アクリアル型」の屈折率分布型レンズと呼ぶ。

【0011】上記請求項1記載のズームレンズにおいては、第1レンズ11は「物体側に凸面を向けた正または負のメネスカスレンズ」、第2レンズ12は「像側に凸面を向けた正のメネスカスレンズ」、第3レンズ13は「凹凸レンズ」とすることができる (請求項2)。

【0012】また、請求項2記載のレンズ構成では、アクリアル型屈折率分布型レンズに置き、物体側面と光軸との交点における屈折率を、 $d$ 、 $g$ 線に対し、それぞれ、 $n_{dob}$ 、 $n_{gob}$ 、像側面と光軸との交点における屈折率を、 $d$ 、 $g$ 線に対し、それぞれ、 $n_{dis}$ 、 $n_{gis}$ とするとき、これらの量により、定義式：

$$\Delta v_{pd} = (n_{dob} - n_{gob}) / (n_{dis} - n_{gis})$$

で「 $\Delta v_{pd}$ 」なる量を定義すると、上記請求項1または2記載のズームレンズにおいては、この「 $\Delta v_{pd}$ 」が、第1レンズ11に対し、

$$(3-1) \quad 0.4 < \Delta v_{pd} < 1.0$$

第2レンズ12に対し、

$$(3-2) \quad 1.3 < \Delta v_{pd} < 2.3$$

を満足するようにすることができる (請求項3)。

【0013】請求項4記載のズームレンズは、上記「レンズ構成」において、正の屈折力を持つ第1レンズ11と、負の屈折力を持つ第3レンズ13とが「アクリアル型」の屈折率分布型レンズであることを特徴とする。

【0014】この請求項4記載のズームレンズにおいては、第1レンズ11を「物体側に凸面を向けた正のメネスカスレンズ」とし、第2レンズ12を凹凸レンズ、第3レンズ13を「凹凸レンズ」とすることができる (請求項5)。

【0015】また、請求項5記載のレンズ構成では、アクリアル型の屈折率分布型レンズに關して、上記の如く定義された量「 $\Delta v_{pd}$ 」は、請求項4または5記載のズームレンズにおいては、第1レンズ11に対し、

$$(6-1) \quad 0.3 < \Delta v_{pd} < 0.8$$

第3レンズ13に対し、

$$(6-2) \quad 0.8 < \Delta v_{pd} < 1.7$$

を満足するようにすることができる (請求項6)。

【0016】請求項7記載のズームレンズは、上記「共通のレンズ構成」において、正の屈折力を持つ第2レンズ12と、負の屈折力を持つ第3レンズ13とが、「アクリアル型」の屈折率分布型レンズであることを特徴とする。

【0017】請求項7記載のズームレンズにおいては、第1レンズ11を「物体側に凸面を向けた正のメネスカスレンズもしくは凹凸レンズ」、第2レンズ12を「正のメネスカスレンズ」、第3レンズ13を「凹凸レンズ」とすることができる (請求項8)。

【0018】また、請求項8記載のレンズ構成では、アクリアル型の屈折率分布型レンズに關して定義された前記量「 $\Delta v_{pd}$ 」が、第2レンズ12に対し、

$$(9-1) \quad 1.0 < \Delta v_{pd} < 1.9$$

$N_1$ : -0.7739E-1    -0.7794E-1  
 $N_2$ : 0.5939E-2    -0.7291E-2  
 $N_3$ : 0.4637E-4    0.4288E-2  
 $N_4$ : 0.2209E-4    -0.3091E-3  
 $n_2(x)$ : [d線]  
 $N_0$ : 1.62292    1.64247  
 $N_1$ : 0.5441E-2    0.6082E-2  
 $N_2$ : 0.4502E-3    0.3784E-3  
 $N_3$ : 0.1595E-4    0.3900E-5  
 $N_4$ : -0.6852E-6    0.1659E-6

【0041】条件式のパラメータ:  $\Delta v_{rd}$  の値

第1レンズ: 0.55, 第2レンズ: 1.44

$f=40.5 \sim 59.5 \text{ mm}$ ,  $F/No=5.1 \sim 7.4$

i	$r_i$	$d_i$	j	$n_j$	$v_j$
1	18.412	2.14	1	$n_1(x)$	
2	24.581	12.95			
3	$\infty$ (絞り)	6.63			
4	42.994	7.23	2	1.743	52.9
5	-89.164	可変			
6	-18.826	1.20	3	$n_3(x)$	
7	339.718				

【0043】

可変量  
 $f$ : 40.5    50.5    59.5  
 $F/No$ : 5.1    6.3    7.4  
 $d_s$ : 12.38    7.3    4.19

【0044】

屈折率  
 $n_1(x)$ : [d線]  
 $N_0$ : 1.63622    1.64994  
 $N_1$ : -0.4388E-1    -0.3899E-1  
 $N_2$ : 0.1217E-3    -0.8300E-3  
 $N_3$ : -0.2230E-2    -0.2142E-2  
 $N_4$ : 0.2049E-3    0.3085E-3  
 $n_3(x)$ : [d線]  
 $N_0$ : 1.56111    1.57542  
 $N_1$ : -0.8950E-2    -0.1047E-1  
 $N_2$ : -0.6042E-3    -0.1491E-2  
 $N_3$ : -0.2540E-3    -0.1039E-2  
 $N_4$ : -0.2512E-4    -0.1753E-3

【0045】条件式のパラメータ:  $\Delta v_{rd}$  の値

第1レンズ: 0.6, 第2レンズ: 1.5

$f=40.5 \sim 59.5 \text{ mm}$ ,  $F/No=5.1 \sim 7.4$

i	$r_i$	$d_i$	j	$n_j$	$v_j$
1	19.840	2.32	1	$n_1(x)$	
2	29.229	12.64			
3	$\infty$ (絞り)	8.12			
4	41.749	2.83	2	1.587	65.2
5	-42.337	可変			
6	-17.907	1.20	3	$n_3(x)$	

「E-数字」は「べき乗」を表す。即ち、例えば、「E-9」とあれば、これは「 $1/10^9$ 」を意味し、この数

【0034】実施例1

$f=40.5 \sim 59.5 \text{ mm}$ ,  $F/No=5.1 \sim 7.4$

i	$r_i$	$d_i$	j	$n_j$	$v_j$
1	23.456	4.2	1	$n_1(x)$	
2	21.618	1.3			
3	$\infty$ (絞り)	2.73			
4	-64.554	11.65	2	$n_2(x)$	
5	-19.345	可変			
6	-22.761	1.20	3	1.497	81.6
7	163.577				

【0035】

可変量  
 $f$ : 40.5    50.5    59.5  
 $F/No$ : 5.1    6.3    7.4  
 $d_s$ : 19.01    12.74    8.9

【0036】

屈折率  
 $n_1(x)$ : [d線]  
 $N_0$ : 1.81758    1.84128  
 $N_1$ : -0.6809E-1    -0.7371E-1  
 $N_2$ : -0.7657E-3    -0.1336E-2  
 $N_3$ : 0.1110E-2    0.2679E-2  
 $N_4$ : 0.1954E-4    -0.2367E-3  
 $n_2(x)$ : [d線]  
 $N_0$ : 1.55268    1.57675  
 $N_1$ : 0.4075E-2    0.2491E-2  
 $N_2$ : 0.2316E-3    0.2544E-3  
 $N_3$ : 0.1597E-4    0.1208E-4  
 $N_4$ : 0.3108E-6    0.7969E-6

【0037】条件式のパラメータ:  $\Delta v_{rd}$  の値

第1レンズ: 0.89, 第2レンズ: 2.09

【0038】実施例2

$f=40.5 \sim 59.5 \text{ mm}$ ,  $F/No=5.1 \sim 7.4$

i	$r_i$	$d_i$	j	$n_j$	$v_j$
1	31.992	6.68	1	$n_1(x)$	
2	36.167	1.19			
3	$\infty$ (絞り)	2.42			
4	-55.345	12.81	2	$n_2(x)$	
5	-21.480	可変			
6	-22.555	1.20	3	1.497	81.6
7	149.896				

【0039】

可変量  
 $f$ : 40.5    50.5    59.5  
 $F/No$ : 5.1    6.3    7.4  
 $d_s$ : 19.0    12.88    9.13

【0040】

屈折率  
 $n_1(x)$ : [d線]  
 $N_0$ : 1.75102    1.76407

【0053】条件式のパラメータ： $\Delta v_{rd}$ の値

第1レンズ：1.7，第2レンズ：1.19

$f=40.5 \sim 59.5 \text{ mm}$ ,  $F/N_o=5.1 \sim 7.4$

i	$r_i$	$d_i$	j	$n_j$	$v_j$
1	31.372	2.65	1	1.497	81.6
2	-105.652	0.93			
3	$\infty$ (絞り)	1.41			
4	-18.329	14.96	2	$n_2(x)$	
5	-21.231	可変			
6	-33.844	1.22	3	$n_3(x)$	
7	68.111				

【0055】

可変量

f:	40.5	50.5	59.5
F/N <sub>o</sub> :	5.1	6.3	7.4
d <sub>g</sub> :	22.91	16.33	12.3

【0056】

屈折率

$n_2(x)$ :	[d線]	[g線]
N <sub>0</sub> :	1.58153	1.59925
N <sub>1</sub> :	0.3401E-2	0.3339E-2
N <sub>2</sub> :	0.3993E-3	0.2508E-3
N <sub>3</sub> :	0.1660E-4	0.2517E-4
N <sub>4</sub> :	0.1452E-5	0.1503E-5

$n_3(x)$ :	[d線]	[g線]
N <sub>0</sub> :	1.51933	1.52931
N <sub>1</sub> :	0.3337E-1	0.3541E-1
N <sub>2</sub> :	0.7642E-2	0.1047E-1
N <sub>3</sub> :	-0.4223E-2	-0.6059E-2
N <sub>4</sub> :	-0.1374E-3	-0.5905E-3

【0057】条件式のパラメータ： $\Delta v_{rd}$ の値

第1レンズ：1.2，第2レンズ：0.8

【0058】図2～4に実施例1に関する収差図を示す。図2は短焦点距離、図3は中間焦点距離、図4は長焦点距離に関するものである。図5～7に実施例2に関する収差図を示す。図5は短焦点距離、図6は中間焦点距離、図7は長焦点距離に関するものである。図8～10に実施例3に関する収差図を示す。図8は短焦点距離、図9は中間焦点距離、図10は長焦点距離に関するものである。

【0059】図11～13に実施例4に関する収差図を示す。図11は短焦点距離、図12は中間焦点距離、図13は長焦点距離に関するものである。図14～16に実施例5に関する収差図を示す。図14は短焦点距離、図15は中間焦点距離、図16は長焦点距離に関するものである。図17～19に実施例6に関する収差図を示す。図17は短焦点距離、図18は中間焦点距離、図19は長焦点距離に関するものである。

【0060】収差図の図において、実線は「球面収

7 287.528

【0047】

可変量

f:	40.5	50.5	59.5
F/N <sub>o</sub> :	5.1	6.3	7.4
d <sub>g</sub> :	13.51	9.26	6.65

【0048】

屈折率

$n_1(x)$ :	[d線]	[g線]
N <sub>0</sub> :	1.61594	1.62688
N <sub>1</sub> :	-0.3506E-1	-0.2431E-1
N <sub>2</sub> :	0.5806E-3	-0.1873E-2
N <sub>3</sub> :	-0.4282E-2	-0.1375E-2
N <sub>4</sub> :	0.6737E-3	0.4069E-3

$n_3(x)$ : [d線]

N <sub>0</sub> :	1.60903	1.61970
N <sub>1</sub> :	-0.4769E-2	-0.6260E-2
N <sub>2</sub> :	-0.2372E-2	-0.1733E-2
N <sub>3</sub> :	-0.4695E-3	-0.1129E-3
N <sub>4</sub> :	-0.5034E-4	-0.9504E-5

【0049】条件式のパラメータ： $\Delta v_{rd}$ の値

第1レンズ：0.47，第2レンズ：1.02  
 $f=40.5 \sim 59.5 \text{ mm}$ ,  $F/N_o=5.1 \sim 7.4$

i	$r_i$	$d_i$	j	$n_j$	$v_j$
1	34.529	1.38	1	1.814	45.9
2	137.394	1.06			
3	$\infty$ (絞り)	1.32			
4	-23.875	14.85	2	$n_2(x)$	
5	-23.741	可変			
6	-49.704	10.82	3	$n_3(x)$	
7	74.944				

【0051】

可変量

f:	40.5	50.5	59.5
F/N <sub>o</sub> :	5.1	6.3	7.4
d <sub>g</sub> :	22.15	12.32	6.29

【0052】

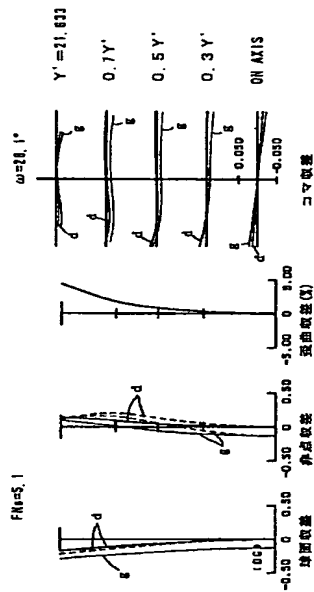
屈折率

$n_2(x)$ :	[d線]	[g線]
N <sub>0</sub> :	1.56785	1.59262
N <sub>1</sub> :	0.2452E-2	0.1897E-2
N <sub>2</sub> :	0.3230E-3	0.1852E-3
N <sub>3</sub> :	0.1518E-4	0.2497E-4
N <sub>4</sub> :	0.1859E-5	0.1783E-5

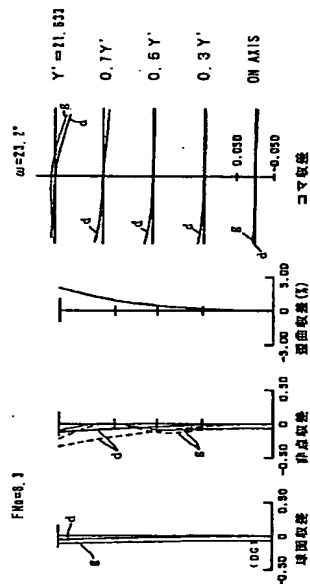
$n_3(x)$ : [d線]

N <sub>0</sub> :	1.51644	1.52540
N <sub>1</sub> :	-0.7140E-3	-0.1149E-1
N <sub>2</sub> :	-0.9488E-3	0.6583E-3
N <sub>3</sub> :	-0.9643E-5	0.2124E-4
N <sub>4</sub> :	0.5806E-5	-0.2374E-5

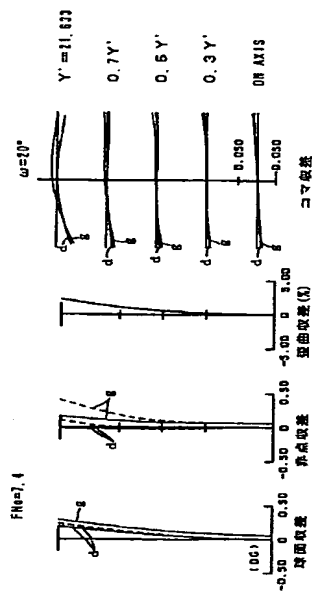
【図2】



【図3】



【図4】



収差図である。

【図3】実施例1のズームレンズの中間焦点距離における収差図である。

【図4】実施例1のズームレンズの長焦点距離における収差図である。

【図5】実施例2のズームレンズの短焦点距離における収差図である。

【図6】実施例2のズームレンズの中間焦点距離における収差図である。

【図7】実施例2のズームレンズの長焦点距離における収差図である。

【図8】実施例3のズームレンズの短焦点距離における収差図である。

【図9】実施例3のズームレンズの中間焦点距離における収差図である。

【図10】実施例3のズームレンズの長焦点距離における収差図である。

【図11】実施例4のズームレンズの短焦点距離における収差図である。

【図12】実施例4のズームレンズの中間焦点距離にお

ける収差図である。

【図13】実施例4のズームレンズの長焦点距離における収差図である。

【図14】実施例5のズームレンズの短焦点距離における収差図である。

【図15】実施例5のズームレンズの中間焦点距離における収差図である。

【図16】実施例5のズームレンズの長焦点距離における収差図である。

【図17】実施例6のズームレンズの短焦点距離における収差図である。

【図18】実施例6のズームレンズの中間焦点距離における収差図である。

【図19】実施例6のズームレンズの長焦点距離における収差図である。

【符号の説明】

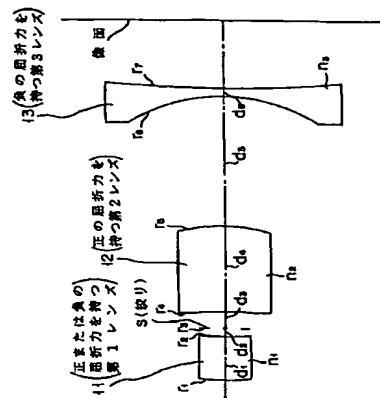
11 第1レンズ

12 第2レンズ

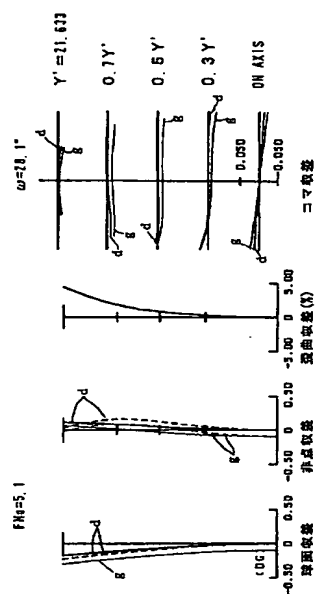
13 第3レンズ

S 絞り

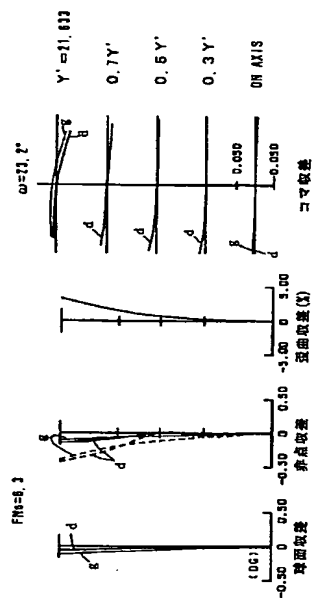
【図1】



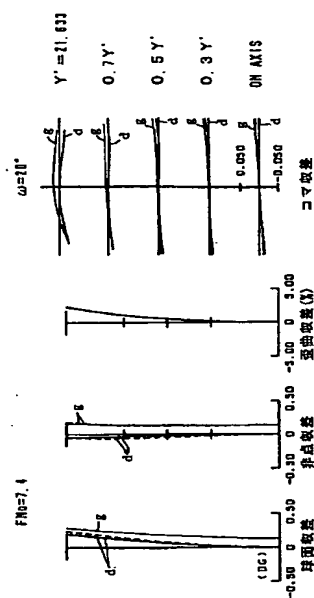
【 図 5 】



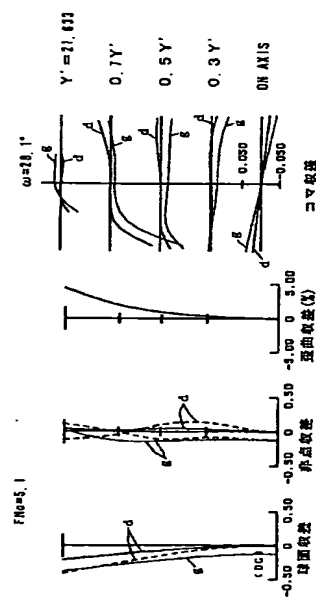
【 図 6 】



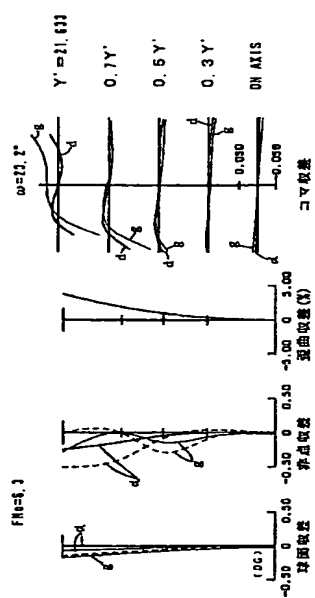
【 図 7 】



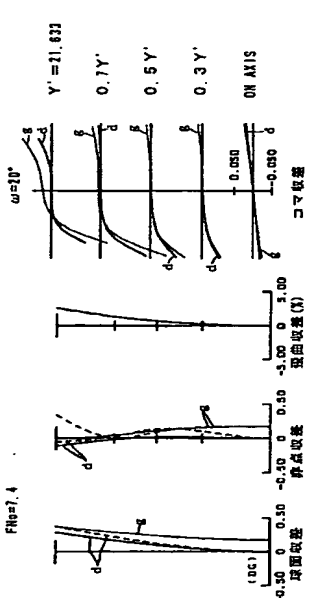
【 図 8 】



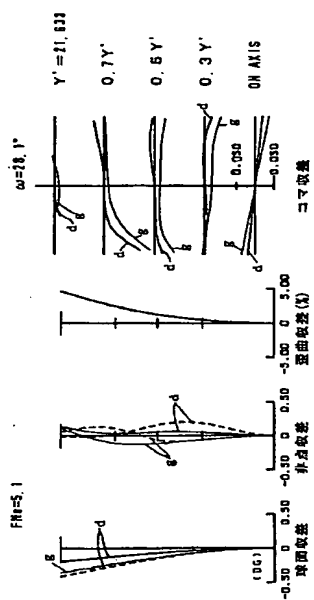
【 図 9 】



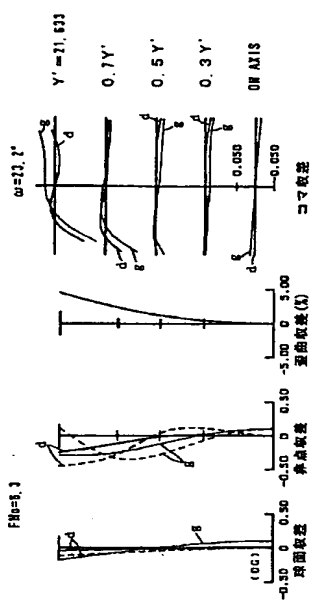
【 図 10 】



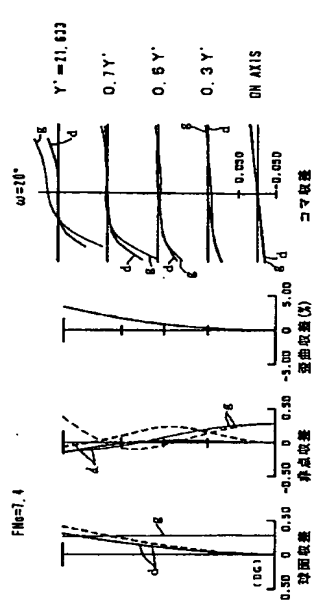
【図 1 1】



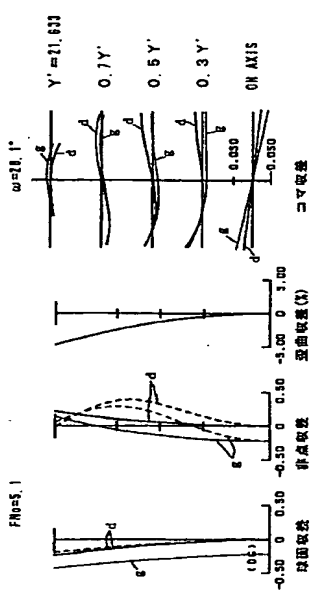
【図 1 2】



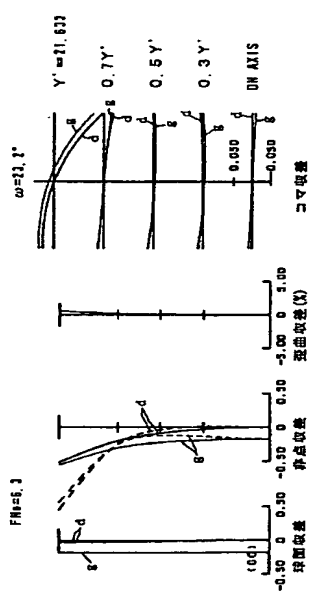
【図 1 3】



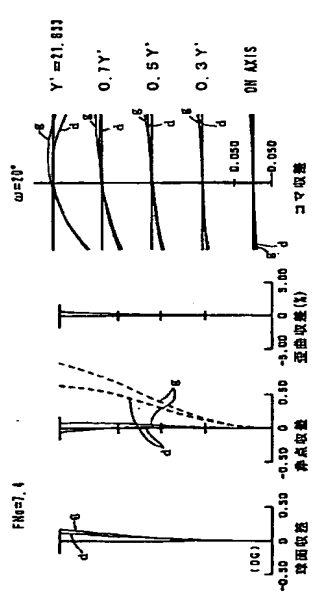
【図 1 4】



【図 1 5】

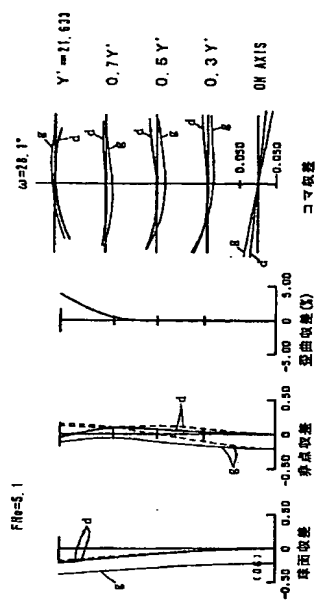


【図 1 6】

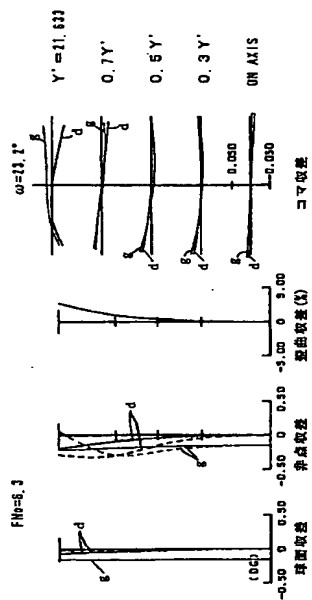




【図17】



【図18】



【図19】

